

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
20 octobre 2005 (20.10.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/098094 A2

(51) Classification internationale des brevets⁷ : **C25C 3/16**

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2005/000758

(22) Date de dépôt international : 30 mars 2005 (30.03.2005)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0403501 2 avril 2004 (02.04.2004) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : **ALU-
MINIUM PECHINEY** [FR/FR]; 7, Place du Chancelier
Adenauer, F-75218 Paris cedex 16 (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **LE
HERVET, Morgan** [FR/FR]; 227, rue Saint Antoine,

F-73300 Saint Jen de Maurienne (FR). **LIGONESCHE,
Nicolas** [FR/FR]; 110, rue du Clairmarais, F-62370 Saint
Folquin (FR).

(74) Mandataire : **MARSOLAIS, Richard**; Pechiney, 217,
Cours Lafayette, F-69451 Lyon Cedex 06 (FR).

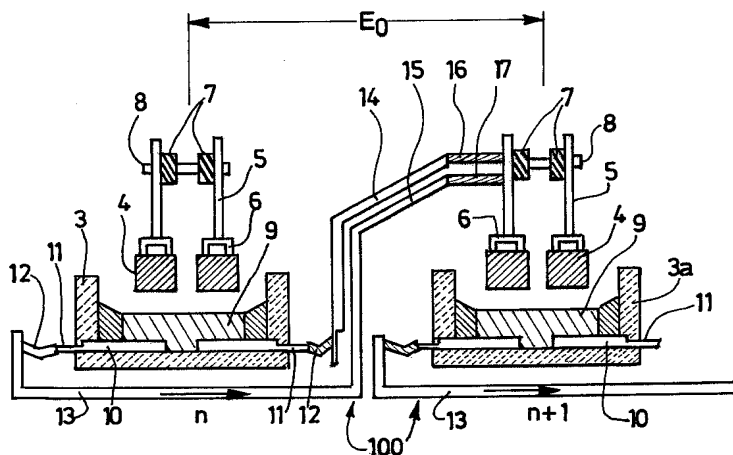
(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,
ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SERIES OF ELECTROLYSIS CELLS FOR THE PRODUCTION OF ALUMINIUM COMPRISING MEANS FOR
EQUILIBRATION OF THE MAGNETIC FIELDS AT THE ENDS OF THE LINES

(54) Titre : SERIE DE CELLULES D'ELECTROLYSE POUR LA PRODUCTION D'ALUMINIUM COMPORTANT DES
MOYENS POUR EQUILIBRER LES CHAMPS MAGNETIQUES EN EXTREMITE DE FILE



(57) Abstract: The invention relates to a series (1) of electrolysis cells for the production of aluminium by fusion electrolysis, comprising at least two lines of cells, arranged transversely, an internal correction circuit (200) with at least one internal correction conductor (20, 20') per line, adjacent to the neighbouring line and a main connection circuit (400) between the final cells of the lines (101, 101'). In at least one line, the main connection circuit (400) comprises a layer of conductors, each conductor of which extends from the end of the final cell of the line to a given distance (D2, D2') therefrom and the internal correction circuit (200) comprises a section of transverse conductors, arranged at a given distance (D1, D1') from the final cell (101, 101') running along the final cell for a given part L of the length thereof L₀. The invention permits a reduction in the mean supplementary vertical fields to very low values for electrolysis currents of a value greater than 300 kA.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/098094 A2



GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

Publiée :

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

Déclarations en vertu de la règle 4.17 :

— *relative au droit du déposant de revendiquer la priorité de la demande antérieure (règle 4.17.iii)) pour la désignation suivante US*

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet une série (1) de cellules d'électrolyse destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée qui comporte au moins deux files de cellules disposées transversalement, un circuit de correction intérieur (200) comportant, pour chaque file, au moins un conducteur de correction intérieur (20, 20') du côté de la file voisine, et un circuit de raccordement principal (400) entre les cellules d'extrémité (101, 101') des files. Pour au moins une file, le circuit de raccordement principal (400) comprend une nappe de conducteurs dont chaque conducteur s'étend du bord de la cellule d'extrémité de la file jusqu'à une distance déterminée D2, D2' de celle-ci, et le circuit de correction intérieur (200) comprend un tronçon de conducteur transversal qui est situé à une distance déterminée D1, D1' de la cellule d'extrémité (101, 101') et longe la cellule d'extrémité sur une portion déterminée L de sa longueur Lo. L'invention permet de réduire le champ vertical supplémentaire moyen à des valeurs très faibles pour des courants d'électrolyse dont l'intensité est supérieure à 300 kA.

**SÉRIE DE CELLULES D'ÉLECTROLYSE POUR LA PRODUCTION
D'ALUMINIUM COMPORTANT DES MOYENS POUR ÉQUILIBRER LES
CHAMPS MAGNÉTIQUES EN EXTRÉMITÉ DE FILE**

5

Domaine de l'invention

L'invention concerne la production d'aluminium par électrolyse ignée, à savoir par électrolyse de l'alumine en solution dans un bain de cryolithe fondue, appelé bain
10 d'électrolyte, selon le procédé bien connu de Hall-Héroult. L'invention concerne tout particulièrement l'équilibrage du champ magnétique des séries de cellules d'électrolyse rectangulaires disposées transversalement.

Etat de la technique

15

Les usines de production d'aluminium par électrolyse ignée contiennent un grand nombre de cellules d'électrolyse – typiquement plusieurs centaines – disposées en ligne, et raccordées électriquement en série à l'aide de conducteurs de liaison, de manière à former deux ou plusieurs files parallèles qui sont électriquement liées entre
20 elles par des conducteurs de raccordement. Les cellules, qui sont de forme rectangulaire, peuvent être orientées soit longitudinalement (c'est-à-dire de façon à ce que leur grand axe soit parallèle à l'axe principal des files), soit transversalement (c'est-à-dire de façon à ce que leur grand axe soit perpendiculaire à l'axe principal des files).

25

Un grand nombre d'arrangements de cellules et de conducteurs de liaison a été proposé afin, d'une part, de limiter les pertes par effet Joule et, d'autre part, de réduire l'impact des champs magnétiques produits par les conducteurs de liaison et les cellules voisines sur le processus d'électrolyse. Par exemple, la demande de
30 brevet français FR 2 552 782 (correspondant au brevet américain US 4 592 821), au nom d'Aluminium Pechiney, décrit une file de cellules d'électrolyse disposées

transversalement pouvant fonctionner industriellement à des intensités supérieures à 300 kA. Selon ce brevet, la stabilité magnétique de cellule est assurée par la configuration des conducteurs de liaison, notamment ceux passant sous la cuve. Par ailleurs, la demande de brevet français FR 2 583 069 (correspondant au brevet
5 américain US 4 713 161), également au nom d'Aluminium Pechiney, décrit une file de cellules d'électrolyse disposées transversalement pouvant fonctionner à des intensités pouvant atteindre 500 à 600 kA. Selon ce brevet, les coûts de construction et de mise en place des circuits sont minimisés grâce à l'utilisation de conducteurs de liaison aussi petits et aussi directs que possible, alors que la stabilité magnétique et le
10 rendement Faraday sont maximisés grâce à l'utilisation de conducteurs de correction indépendants, disposés parallèlement à chaque file et de chaque côté de celle-ci.

La disposition en file des cellules d'électrolyse présente l'avantage de simplifier la configuration des conducteurs de liaisons et d'uniformiser la carte des champs
15 magnétiques. Toutefois, la présence de conducteurs de raccordement entre les files perturbe l'uniformité de la carte des champs magnétique des cellules d'extrémité de chaque file.

Les brevets américains US 3 775 280 et US 4 189 368 proposent des arrangements de
20 conducteurs de raccordement. Toutefois, ces brevets portent sur des séries de cellules disposées longitudinalement ne comportant pas de conducteurs de correction le long des files. En outre, les intensités de ce type de cellules n'excèdent généralement pas 100 kA.

25 Les demandes de brevet européen EP 0 342 033 et chinois CN 2 477 650 décrivent des arrangements de conducteurs de raccordement applicables aux séries de cellules disposées transversalement ne comportant pas de conducteurs de correction le long des files. Le champ parasite est compensé par l'arrangement des conducteurs de liaison qui produisent un courant électrique le long de la cellule d'extrémité et à
30 proximité de celle-ci. Ces documents concernent des séries de cellules d'électrolyse munies de cuves destinées à des intensités de l'ordre de 300 kA.

La demanderesse a donc recherché des solutions économiquement et techniquement satisfaisantes pour équilibrer les champs magnétiques de séries de cellules formées de cellules rectangulaires longues, disposées transversalement, munies d'un
5 conducteur de correction le long du côté intérieur des files et destinées à des intensités supérieures à 300 kA.

Description de l'invention

- 10 L'invention a pour objet une série de cellules d'électrolyse destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée selon le procédé Hall-Héroult, comportant :
- au moins deux files de cellules rectilignes et parallèles l'une à l'autre, dont les cellules sont disposées transversalement avec un entraxe E_0 constant entre les cellules ;
 - 15 - un circuit de correction dit "intérieur", comportant, pour chaque file, au moins un conducteur de correction intérieur, situé le long de la file du côté de la file voisine ;
 - optionnellement, un circuit de correction dit "extérieur", comportant, pour chaque file, au moins un conducteur de correction extérieur, situé le long de la file du côté opposé à la file voisine ;
 - 20 - un circuit de raccordement dit "principal" entre la cellule d'extrémité d'une file et la cellule d'extrémité correspondante de l'autre file, et caractérisée en ce que, pour au moins une file :
 - le circuit de raccordement principal comprend une nappe de conducteurs dont chaque conducteur s'étend de la cellule d'extrémité de la file jusqu'à une distance
25 déterminée (D_2 et/ou D_2') du grand axe C celle-ci, ladite distance (D_2 , D_2') étant de préférence au moins égale à une fois l'entraxe E_0 ,
 - le circuit de correction intérieur comprend en outre un conducteur, appelé "tronçon transversal", sensiblement rectiligne, qui est disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal de la file et situé à une distance déterminée (D_1 et/ou D_1') de la cellule
30 d'extrémité de la file, et qui longe ladite cellule d'extrémité sur une fraction déterminée L de la longueur L_0 de cette cellule.

La demanderesse a noté que, en l'absence de moyens d'équilibrage des champs magnétiques, les cellules d'extrémité des files sont surtout affectées par un champ magnétique vertical moyen supplémentaire ΔB_z . L'invention vise ainsi à maintenir le
5 champ vertical supplémentaire ΔB_z dans une fourchette limitée par une valeur minimale et une valeur maximale autour d'une valeur visée proche de zéro.

La demanderesse a également constaté que la perturbation de la carte de champ magnétique des cellules d'extrémité d'une file provenait non seulement des
10 conducteurs de raccordement entre les files, mais aussi de la rupture de continuité et de symétrie à l'extrémité des files.

La demanderesse a eu l'idée de munir la série d'une nappe de conducteurs apte à simuler la présence de cellules d'électrolyse au-delà de la cellule d'extrémité. Elle a
15 également eu l'idée d'introduire ledit tronçon transversal, à l'extrémité de la file, afin de compenser le champ magnétique produit par les conducteurs de raccordement entre les files. La combinaison de ces moyens permet d'équilibrer les champs magnétiques au niveau des cuves des cellules d'électrolyse situées à l'extrémité de
20 raccordement d'une file (typiquement les quelque 10 premières cellules), c'est-à-dire de corriger la carte défavorable des champs magnétiques produite par les conducteurs de raccordement. Cette combinaison permet en particulier de limiter sensiblement le champ magnétique vertical B_z dans ces cellules. L'utilisation d'un tronçon transversal dans le circuit de correction intérieur permet en outre un ajustement plus fin de la
correction grâce aux paramètres ajustables complémentaires qu'il procure.

25

L'invention est décrite en détail ci-après à l'aide des figures annexées.

La figure 1 représente, de manière simplifiée et en coupe transversale, deux cellules d'électrolyse successives typiques d'une file de cellules.

30

La figure 2 illustre, de manière schématique, une série de cellules d'électrolyse selon l'invention comportant deux files et un circuit de correction intérieur.

La figure 3 illustre une extrémité de file de cellules d'électrolyse correspondant à la figure 2.

La figure 4 illustre, de manière schématique, une série de cellules d'électrolyse selon l'invention comportant deux files, un circuit de correction intérieur et un circuit de correction extérieur.

10

La figure 5 illustre une extrémité de file de cellules d'électrolyse correspondant à la figure 4.

L'invention concerne les séries de cellules d'électrolyse (1) comprenant, comme le montre la figure 1, une pluralité de cellules d'électrolyse (101, 102,... 101', 102',...) de forme sensiblement rectangulaire, qui sont agencées de manière à former au moins deux files F, F' de cellules sensiblement rectilignes, parallèles et ayant chacune un axe longitudinal A, A'.

Dans les figures, les cellules d'électrolyse sont désignées par un numéro de référence qui croît à partir de la cellule d'extrémité de la file. Ainsi, la cellule d'extrémité (ou "première" cellule) de chaque file est désignée par les références 101 et 101', la "deuxième" cellule par les références 102 et 102', la "troisième" cellule par les références 103 et 103', et ainsi de suite.

25

Les cellules (101, 102,... 101', 102',...) sont disposées transversalement (c'est-à-dire de façon à ce que leur axe principal ou "grand axe" C soit perpendiculaire à l'axe principal A, A' desdites files) et situées à la même distance les unes des autres, définissant ainsi un entraxe Eo constant entre les axes principaux C des cellules adjacentes de chaque file. L'entraxe Eo est typiquement compris entre 5 et 8 mètres. L'axe principal C des cellules d'électrolyse (101, 102,... 101', 102',...) est défini

30

comme étant l'axe de symétrie qui est parallèle à leurs côtés longs (18a, 18b). Les côtés longs (18a, 18b) de chaque cellule (101, 102,... 101', 102',...) ont une longueur L_o et les côtés courts (19e, 19i) une largeur R_o . La longueur L_o est sensiblement plus grande que la largeur R_o . Les cellules de la série selon l'invention ont typiquement
5 une longueur L_o supérieure à 3 fois la largeur R_o .

Les files F, F' sont séparées d'une distance D_o dont la valeur dépend de choix technologiques qui tiennent compte notamment de l'intensité I_o du courant de la série et de la configuration des circuits de conducteurs. La distance D_o est typiquement
10 comprise entre 40 à 100 m.

Tel qu'illustré à la figure 1, chaque cellule d'électrolyse (101, 102,... 101', 102',...) de la série (1) comprend typiquement une cuve (3), des anodes (4) supportées par les moyens de fixation comportant typiquement une tige (5) et un multipode (6) et
15 reliées mécaniquement et électriquement à un cadre anodique (7) à l'aide de moyens de raccordement (8). La cuve (3) comprend un caisson métallique, habituellement renforcé par des raidisseurs, et un creuset formé par des matériaux réfractaires et des éléments cathodiques disposés à l'intérieur du caisson. Le caisson comporte généralement des parois latérales verticales. En fonctionnement, les anodes (4),
20 typiquement en matériau carboné, sont partiellement immergées dans un bain d'électrolyte (non illustré) contenu dans la cuve. La cuve (3) comprend un ensemble cathodique (9) muni de barres cathodiques (10), typiquement en acier, dont une extrémité (11) sort de la cuve (3) de manière à permettre un raccordement électrique aux conducteurs de liaison (12 à 17) entre cellules.

25

Les conducteurs de liaison (12 à 17) sont raccordés aux dites cellules (101, 102,... 101', 102',...) de façon à former une série électrique, qui constitue le circuit électrique principal (100) de la série de cellules d'électrolyse. Les conducteurs de liaisons comprennent typiquement des conducteurs flexibles (12, 16, 17), des conducteurs de
30 liaisons amont (13) et des montées (14, 15). La figure 2 illustre le cas d'un circuit de liaison comprenant 5 montées (comme dans la demande de brevet français FR 2 552

782). La figure 4 illustre le cas d'un circuit de liaison comprenant 8 montées (comme dans la demande de brevet français FR 2 583 069). Les conducteurs de liaisons amont peuvent, en tout ou partie, passer sous la cuve et/ou la contourner.

5 La série de cellules d'électrolyse selon l'invention comporte en outre au moins un circuit électrique de correction indépendant de la série et longeant le côté dit "intérieur" des cellules, c'est-à-dire le côté situé du côté de la file voisine. Dans le mode de réalisation illustré aux figures 2 et 3, la série (1) de cellules possède un seul circuit électrique de correction (200), appelé "circuit intérieur". Dans le mode de
10 réalisation illustré aux figures 4 et 5, la série (1) de cellules possède deux circuits électriques de correction distincts et indépendants de la série, à savoir un premier circuit de correction, appelé "circuit intérieur", (200) et un deuxième circuit de correction, appelé "circuit extérieur", (300).

15 Le circuit de correction intérieur (200) possède au moins un conducteur (20, 20'), appelé "conducteur de correction intérieur" et situé le long de chaque file du côté de la file voisine. Ce conducteur est typiquement sensiblement rectiligne et parallèle à l'axe longitudinal A, A' de chaque file. Le circuit comporte également au moins un conducteur de raccordement intérieur (21) pour assurer la continuité électrique entre
20 les conducteurs de correction intérieurs (20, 20') de chaque file. Le côté court des cellules situé du côté du conducteur de correction intérieur (20, 20') est appelé côté intérieur (19i).

De façon similaire, le circuit de correction extérieur (300) possède au moins un
25 conducteur (30, 30'), appelé "conducteur de correction extérieur" et situé le long de chaque file du côté opposé à la file voisine. Ce conducteur est aussi typiquement sensiblement rectiligne et parallèle à l'axe longitudinal de chaque file. Le circuit comporte également au moins un conducteur de raccordement (31) pour assurer la continuité électrique entre les conducteurs de correction extérieurs (30, 30') de
30 chaque file. Le côté court des cellules situé du côté du conducteur de correction extérieur (30, 30') est appelé côté extérieur (19e).

En fonctionnement, le courant d'électrolyse, d'une intensité I_o , circule dans la série (1) de cellules et un courant de correction, d'une intensité I_i , circule dans le circuit de correction intérieur (200). Lorsque le circuit possède en outre un circuit de correction extérieur, un premier courant de correction, d'une intensité I_i , circule dans le circuit de correction intérieur (200) et un deuxième courant de correction, d'une intensité I_e , circule dans le circuit de correction extérieur (300). Le sens de ces courants est typiquement celui indiqué par les flèches correspondantes aux figures 2 et 4.

10 Ainsi, selon l'invention, la série (1) de cellules d'électrolyse, qui est destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée selon le procédé Hall-Héroult, comporte :

- une pluralité de cellules d'électrolyse (101, 102,... 101', 102',...) agencées de manière à former au moins une première (F) et une deuxième (F') files de cellules rectilignes et parallèles l'une à l'autre, lesdites cellules (101, 102,... 101', 102',...) étant 15 disposées transversalement à l'axe longitudinal A, A' de chaque file avec un entraxe E_o constant entre les cellules, chaque cellule (101, 102,... 101', 102',...) ayant une longueur L_o ;
- des conducteurs de liaison (12,... 17) entre les cellules de chaque file ;
- 20 - un circuit de correction (200), dit "intérieur", comportant au moins un premier conducteur de correction intérieur (20), situé le long de la première file du côté de la deuxième file, un deuxième conducteur de correction intérieur (20'), situé le long de la deuxième file du côté de la première file, et au moins un conducteur de raccordement (21) dit "intérieur" ;
- 25 - un circuit de raccordement (400) dit "principal" entre la cellule d'extrémité (101) de la première file et la cellule d'extrémité (101') de la deuxième file ;
et est caractérisée en ce que, pour au moins une desdites files :
 - le circuit de raccordement principal (400) comprend au moins une nappe de conducteurs (40, 40') dont chaque conducteur (401, 401') est raccordé à la cellule 30 d'extrémité (101, 101') de la file et s'étend jusqu'à une distance déterminée D_2 , D_2' de celle-ci,

- le circuit de correction intérieur (200) comprend en outre au moins un conducteur rectiligne (23, 23'), appelé "tronçon transversal", qui est raccordé au conducteur de correction intérieur (20, 20'), est disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' de la file et longe la cellule d'extrémité (101, 101') de la file, à une distance déterminée D1, D1', sur une portion déterminée L de la longueur Lo de la cellule d'extrémité.

Tel qu'illustré aux figures 3 et 5, la portion ou "fraction" déterminée L est calculée à partir d'une ligne imaginaire dans le prolongement du côté court intérieur (19i) de la cellule. La portion déterminée L est de préférence supérieure à 0,5 Lo, et de préférence encore supérieure à 0,8 Lo. Le ou chaque tronçon transversal (23, 23') longe avantageusement toute la longueur Lo de la cellule d'extrémité (L est alors égale à Lo dans ce cas).

- Les distances D1 et D1', ainsi que les distances D2 et D2', peuvent être différentes pour chaque file.

La file qui comporte les moyens d'équilibrage du champ magnétique selon l'invention est dite "compensée". De préférence, chaque file de la série est compensée selon l'invention, c'est-à-dire que chaque file comporte au moins une nappe de conducteurs (40, 40') et le circuit de correction intérieur (200) comprend au moins un tronçon transversal (23, 23') selon l'invention.

Lesdits premier (20) et deuxième (20') conducteurs de correction intérieurs sont de préférence rectilignes et parallèles à l'axe longitudinal A, A' des files. Ils sont typiquement situés à une distance déterminée Di du bord extérieur des cellules (c'est-à-dire typiquement à une distance déterminée Di de la surface verticale de la paroi métallique du caisson de la cuve). La valeur de la distance déterminée Di est typiquement inférieure à 1 mètre. Les conducteurs de correction (20, 20') sont typiquement situés à la hauteur des cuves (3).

Le circuit de raccordement principal (400), qui assure la continuité électrique entre les deux files de cellules, comporte typiquement au moins un conducteur de raccordement dit "transversal" (43) qui est de préférence disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' des files et à une distance déterminée D3 de la cellule d'extrémité (101, 101') des files.

La ou chaque nappe de conducteurs (40, 40') est située du côté du circuit de raccordement (400) et couvre, de préférence, au moins 80 %, et de préférence encore au moins 90 %, de la longueur Lo des cellules (101, 102,... 101', 102',...). La ou chaque nappe (40, 40') est avantageusement plane. Les conducteurs (401, 401') de la ou de chaque nappe (40, 40') sont avantageusement répartis de manière uniforme (c'est-à-dire de manière à être parallèles et situés à la même distance les uns des autres) et, typiquement, de manière similaire à celles des montées (14, 15). Les conducteurs individuels (401, 401') de la nappe (40, 40') sont typiquement raccordés à la cellule d'extrémité (101, 101') par des conducteurs de liaison longitudinaux (12a, 12b) auxquels sont raccordés des conducteurs (13) provenant du côté long rapproché (18a) et/ou du côté long éloigné (18b) de la cellule. Plusieurs conducteurs de liaison (11, 12, 13) peuvent être raccordés à un même conducteur individuel (401, 401') de la nappe.

20

Le circuit de raccordement principal (400) comporte avantageusement au moins un conducteur de jonction (41, 41'), auquel sont raccordés les conducteurs (401, 401') de la nappe (40, 40'). Afin de simplifier la réalisation du circuit de raccordement, le ou chaque conducteur de jonction (41, 41') est, de préférence, rectiligne, disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' des files et situé à ladite distance déterminée D2 et/ou D2'. La longueur du conducteur de jonction (41, 41') est de préférence sensiblement égale à la largeur W de la nappe (40, 40').

25

De manière avantageuse, le circuit de raccordement principal (400) comporte également un conducteur de liaison (42, 42') raccordé au conducteur de jonction (41, 41'), d'une part, et au conducteur de raccordement transversal (43), d'autre part, afin

30

d'assurer la continuité électrique entre ces conducteurs. Le conducteur de liaison (42, 42') est de préférence longitudinal, c'est-à-dire rectiligne et parallèle à l'axe longitudinal A, A' de la file, et situé à une distance déterminée dudit axe. Le conducteur de liaison (42, 42') peut être raccordé au milieu du conducteur de jonction (41, 41'), c'est-à-dire dans l'axe de chaque file, afin d'assurer un équilibre électrique du circuit et de maintenir la symétrie du circuit de raccordement principal par rapport à l'axe longitudinal A, A' de la file. Le raccordement peut éventuellement être situé vers l'intérieur ou vers l'extérieur des files, par rapport à l'axe longitudinal A, A', afin de créer une asymétrie de compensation supplémentaire.

10

Le conducteur de raccordement intérieur (21) comporte de préférence un conducteur dit "transversal" disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal des files A, A' et à une distance déterminée D4 de la cellule d'extrémité (101, 101') des files. Dans cette configuration, le circuit de correction intérieur (200) comprend également des conducteurs de raccordement intermédiaires (22, 22', 24, 24'), qui comprennent des conducteurs intermédiaires internes (22, 22') et des conducteurs intermédiaires externes (24, 24'). Les conducteurs intermédiaires internes (22, 22') sont avantageusement dans le prolongement des conducteurs de correction intérieurs (20, 20') correspondants et s'étendent de préférence au moins jusqu'à la ou chaque distance déterminée D1 et/ou D1'. Ce mode de réalisation permet de prolonger la symétrie des conducteurs propre à la file et de limiter ainsi les perturbations du champ magnétique provenant de la rupture de continuité de la série à la fin de la file.

20

La série selon l'invention peut éventuellement comporter, en outre, un circuit de correction (300) dit "extérieur", comportant au moins un premier conducteur de correction extérieur (30), situé le long de la première file du côté opposé à la deuxième file, un deuxième conducteur de correction extérieur (30'), situé le long de la deuxième file du côté opposé à la première file, et un conducteur de raccordement (31) dit "extérieur". Les premier (30) et deuxième (30') conducteurs de correction extérieurs sont de préférence rectilignes et parallèles à l'axe longitudinal A, A' des files. Ils sont typiquement situés à une distance déterminée De du bord extérieur des

30

cellules. La valeur de la distance déterminée D_e est typiquement inférieure à 1 mètre. Les conducteurs de correction (30, 30') sont typiquement situés à la hauteur des cuves (3).

- 5 Le conducteur de raccordement extérieur (31) comporte de préférence un conducteur dit "transversal" disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal des files A, A' et à une distance déterminée D_5 de la cellule d'extrémité (101, 101') des files. Dans cette configuration, le circuit de correction extérieur (300) comprend également, pour chaque file, au moins un conducteur de raccordement intermédiaire extérieur (32, 32'). Ces conducteurs intermédiaires (32, 32') sont avantageusement dans le prolongement des conducteurs de correction extérieurs (30, 30') correspondants. Ils s'étendent jusqu'à la distance déterminée D_5 qui est, de préférence, au moins égale à la ou chaque distance déterminée D_1 et/ou D_1' . Ce mode de réalisation permet de prolonger la symétrie des conducteurs propre à la file et de limiter ainsi les perturbations du champ magnétique provenant de la rupture de continuité de la série à la fin de la file.

- Les conducteurs intermédiaires externes (24, 24') du circuit de correction intérieur (200) sont typiquement parallèles aux conducteurs intermédiaires (32, 32') du circuit de correction extérieurs (300). Ces conducteurs peuvent être séparés d'une distance E très faible, qui peut être inférieure à 1 mètre.

- Les conducteurs de raccordement transversaux (21, 31, 43) sont avantageusement rectilignes afin de simplifier leur construction et de limiter leur coût.

- Les distances D_1 à D_5 sont déterminées par rapport à l'axe longitudinal, ou "grand axe", C de la cellule d'extrémité (101, 101') qui est située du côté des conducteurs de raccordement.

- 30 Les distances D_3 , D_4 et D_5 sont de préférence aussi grandes que possible. Il a été trouvé suffisant que la valeur de ces distances soit égale ou supérieure à des seuils

(S3, S4, S5) déterminés. En effet, pour des valeurs de distance supérieures à ces seuils, les circuits selon l'invention permettent de compenser l'impact du champ magnétique supplémentaire induit par les conducteurs de raccordement (21, 31, 43) entre files. La valeur des seuils S3, S4 et S5 dépend de l'intensité du courant d'électrolyse I_o , de l'intensité des courants de correction I_i et I_e , et de la valeur du champ magnétique supplémentaire total ΔB_z jugée acceptable. Les distances D3, D4 et D5 sont typiquement égales ou supérieures à 5 fois la distance D1, D1' du tronçon transversal (23, 23').

Les distances D3, D4 et D5 sont avantageusement du même ordre de grandeur, c'est-à-dire qu'elles diffèrent peu l'une de l'autre (soit typiquement moins de 20 % l'une de l'autre, voire moins de 10 %), afin de simplifier la réalisation des circuits. Dans ce cas, la demanderesse a trouvé que la valeur des seuils S3, S4 et S5 était donnée par la relation approchée $S3 = S4 = S5 \approx K \times I_o \times (\Delta B_z / B_o)^\alpha$, où K est une constante, α est une constante comprise entre -1 et -0,2, ΔB_z est donné en Gauss et $B_o = 1$ G.

La distance déterminée D1, D1' du tronçon transversal (23, 23') est choisie de manière à compenser l'impact du champ magnétique supplémentaire induit par les conducteurs de raccordement (21, 31, 43) entre files. Plus précisément, la distance déterminée D1, D1' est de préférence telle que le champ magnétique supplémentaire ajouté par l'ensemble des conducteurs au champ propre correspondant à une file sans fin est borné entre une valeur maximale $+\Delta B_z$ et une valeur minimale $-\Delta B_z$ au niveau des cellules d'extrémité d'une file, notamment de la cellule d'extrémité (101, 101').

25

La distance déterminée D2, D2', qui est typiquement celle du conducteur de jonction (41, 41'), est de préférence au moins égale à une fois l'entraxe E_o , et de préférence encore au moins égale à deux fois l'entraxe E_o .

Les valeurs des distances déterminées D1 et D1' ou D2 et D2' sont typiquement sensiblement les mêmes pour chaque file compensée.

Exemple 1

La demanderesse a effectué un calcul qui simule une série d'au moins 200 cellules
 5 d'électrolyse formée de deux files parallèles séparées d'une distance D_0 d'environ 50
 m. Les circuits électriques avaient une configuration similaire à celle des figures 2 et
 3. Les conducteurs de liaison longitudinaux (42, 42') étaient raccordés au centre des
 conducteurs de jonction (41, 41') correspondants. La longueur des cellules était de 15
 m. Le tronçon transversal (23, 23') couvrait toute la longueur de la dernière cellule
 10 (soit une fraction L égale à 1). L'entraxe entre les cellules était de 6 m. Le circuit
 comportait 5 montées séparées de 2,7 mètres les unes des autres. La nappe de
 conducteurs (40, 40') comportait 5 conducteurs espacés de 2,7 mètres.

Les intensités étaient les suivantes : $I_0 = 350$ kA et $I_i = 30$ kA.

15

La demanderesse a trouvé que $K \approx 0,13$ m/kA et $\alpha \approx -0,44$.

Il a également été noté que, en utilisant les paramètres suivants, l'intensité du champ
 magnétique vertical supplémentaire ΔB_z au centre des cellules d'extrémité de chaque
 20 file pouvait être rendu inférieur à 5 Gauss pour des distances D_3 , D_4 et D_5 égales à
 24 m, des distances D_1 et D_1' égales à 3,5 m et des distances D_2 et D_2' au moins
 égales à 6 m.

Exemple 2

25

La demanderesse a effectué un calcul qui simule une série d'au moins 200 cellules
 d'électrolyse formée de deux files parallèles séparées d'une distance D_0 d'environ 85
 m. Les circuits électriques avaient une configuration similaire à celle des figures 4 et
 5. Les conducteurs de liaison longitudinaux (42, 42') étaient raccordés au centre des
 30 conducteurs de jonction (41, 41') correspondants. La longueur des cellules était de 18
 m. Le tronçon transversal (23, 23') couvrait toute la longueur de la dernière cellule

(soit une fraction L égale à 1). L'entraxe entre les cellules était de 6 m. Le circuit comportait 8 montées séparées de 2 mètres les unes des autres. La nappe de conducteurs (40, 40') comportait 8 conducteurs espacés de 2 mètres.

- 5 Les intensités étaient les suivantes : $I_o = 480 \text{ kA}$, $I_i = 180 \text{ kA}$ et $I_e = 105 \text{ kA}$.

Il a été noté que, en l'absence de moyens d'équilibrage des champs magnétiques, le champ magnétique vertical supplémentaire moyen $\pm \Delta B_z$ au niveau des premières cellules d'extrémité de chaque file est compris entre 5 et 14 Gauss, en valeur absolue.

10

La demanderesse a trouvé que $K \approx 0,17 \text{ m/kA}$ et $\alpha \approx -0,58$.

- Il a également été noté que, en utilisant les paramètres suivants, l'intensité du champ magnétique vertical supplémentaire ΔB_z au centre des cellules d'extrémité de chaque
- 15 file pouvait être rendu inférieur à 5 Gauss pour des distances D_3 , D_4 et D_5 égales à 32 m, des distances D_1 et D_1' égales à 6 m et des distances D_2 et D_2' au moins égales à 6 m.

- La demanderesse a constaté que la nappe simule suffisamment bien la présence de la
- 20 cellule manquante après la fin des files pour que les cellules d'extrémité ne soient pas excessivement perturbées.

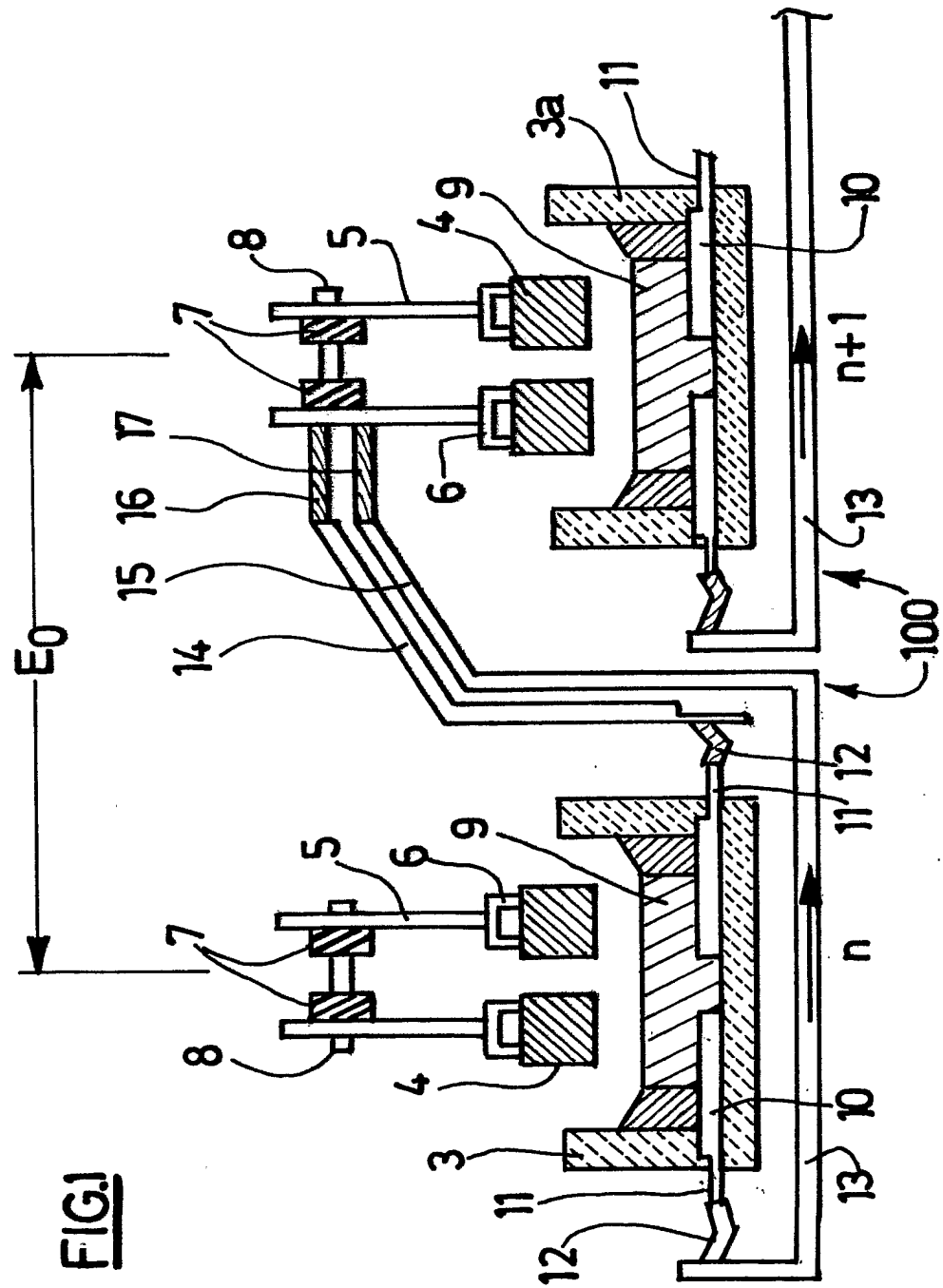
REVENDICATIONS

- 5 1. Série (1) de cellules d'électrolyse destinée à la production d'aluminium par électrolyse ignée selon le procédé Hall-Héroult et comportant :
 - une pluralité de cellules d'électrolyse (101, 102,... 101', 102',...) agencées de manière à former au moins une première et une deuxième files de cellules rectilignes et parallèles l'une à l'autre, lesdites cellules (101, 102,... 101', 102',...) étant disposées transversalement à l'axe longitudinal A, A' de chaque file avec un entraxe Eo constant entre les cellules, chaque cellule (101, 102,... 101', 102',...) ayant une longueur Lo ;
 - des conducteurs de liaison (12,... 17) entre les cellules de chaque file ;
 - un circuit de correction (200), dit "intérieur", comportant au moins un premier conducteur de correction intérieur (20), situé le long de la première file du côté de la deuxième file, un deuxième conducteur de correction intérieur (20'), situé le long de la deuxième file du côté de la première file, et au moins un conducteur de raccordement (21) dit "intérieur" ;
 - un circuit de raccordement (400) dit "principal" entre la cellule d'extrémité (101) de la première file et la cellule d'extrémité (101') de la deuxième file ;
 et caractérisée en ce que, pour au moins une desdites files :
 - le circuit de raccordement principal (400) comprend au moins une nappe de conducteurs (40, 40') dont chaque conducteur (401, 401') est raccordé à la cellule d'extrémité (101, 101') de la file et s'étend jusqu'à une distance déterminée (D2, D2') de celle-ci,
 - le circuit de correction intérieur (200) comprend en outre au moins un conducteur rectiligne (23, 23'), appelé "tronçon transversal", qui est raccordé au conducteur de correction intérieur (20, 20'), est disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' de la file et longe la cellule d'extrémité (101, 101') de la file, à une distance déterminée (D1, D1'), sur une portion déterminée L de la longueur Lo de la cellule d'extrémité.

2. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 1, caractérisée en ce que la portion déterminée L est supérieure à 0,5 Lo.
- 5 3. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 1, caractérisée en ce que la fraction déterminée L est supérieure à 0,8 Lo.
4. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la ou chaque distance (D2, D2') est au moins égale à
10 une fois l'entraxe Eo.
5. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la chaque distance (D2, D2') est au moins égale à deux fois l'entraxe Eo.
15
6. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la ou chaque nappe de conducteurs (40, 40') couvre au moins 80 % de la longueur Lo des cellules (101, 102,... 101', 102',...).
- 20 7. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que la ou chaque nappe (40, 40') est plane.
8. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisée en ce que les conducteurs (401, 401') de la ou chaque nappe (40, 40') sont répartis de manière à être parallèles et situés à la même distance les uns
25 des autres.
9. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que le circuit de raccordement principal (400) comporte au
30 moins un conducteur de jonction (41, 41'), auquel sont raccordés les conducteurs (401, 401') de la ou chaque nappe (40, 40').

10. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 9, caractérisée en ce que le conducteur de jonction (41, 41') est rectiligne, disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' de la file et situé à la ou chaque distance déterminée (D2, D2').
11. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, caractérisée en ce que la longueur du conducteur de jonction (41, 41') est sensiblement égale à la largeur W de la ou chaque nappe (40, 40').
12. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que le circuit de raccordement principal (400) comporte un conducteur (43) dit "transversal" disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' des files et à une distance déterminée (D3) de la cellule d'extrémité (101, 101') des files.
13. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 12, caractérisée en ce que le circuit de raccordement principal (400) comporte au moins un conducteur de jonction (41, 41'), auquel sont raccordés les conducteurs (401, 401') de la nappe (40, 40'), et en ce que le ou chaque conducteur de jonction (41, 41') est rectiligne, disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal A, A' des files et situé à ladite distance déterminée D2 et/ou D2'.
14. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 13, caractérisée en ce que le circuit de raccordement principal (400) comporte également un conducteur de liaison (42, 42') raccordé au conducteur de jonction (41, 41'), d'une part, et au conducteur de raccordement transversal (43), d'autre part, afin d'assurer la continuité électrique entre ces conducteurs, et en ce que le conducteur de liaison (42, 42') est rectiligne, parallèle à l'axe longitudinal A, A' de la file et situé à une distance déterminée dudit axe.

15. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que le conducteur de raccordement intérieur (21) comprend un conducteur dit "transversal" disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal des files A, A' et à une distance déterminée (D4) de la cellule d'extrémité (101, 101') des files.
16. Série (1) de cellules d'électrolyse selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisée en ce qu'elle comprend en outre un circuit de correction (300) dit "extérieur", comportant au moins un premier conducteur de correction extérieur (30), situé le long de la première file du côté opposé à la deuxième file, un deuxième conducteur de correction extérieur (30'), situé le long de la deuxième file du côté opposé à la première file, et un conducteur de raccordement (31) dit "extérieur".
17. Série (1) de cellules d'électrolyse selon la revendication 16, caractérisée en ce que le conducteur de raccordement extérieur (31) comporte un conducteur dit "transversal" disposé perpendiculairement à l'axe longitudinal des files A, A' et à une distance déterminée (D5) de la cellule d'extrémité (101, 101') des files.



2/5

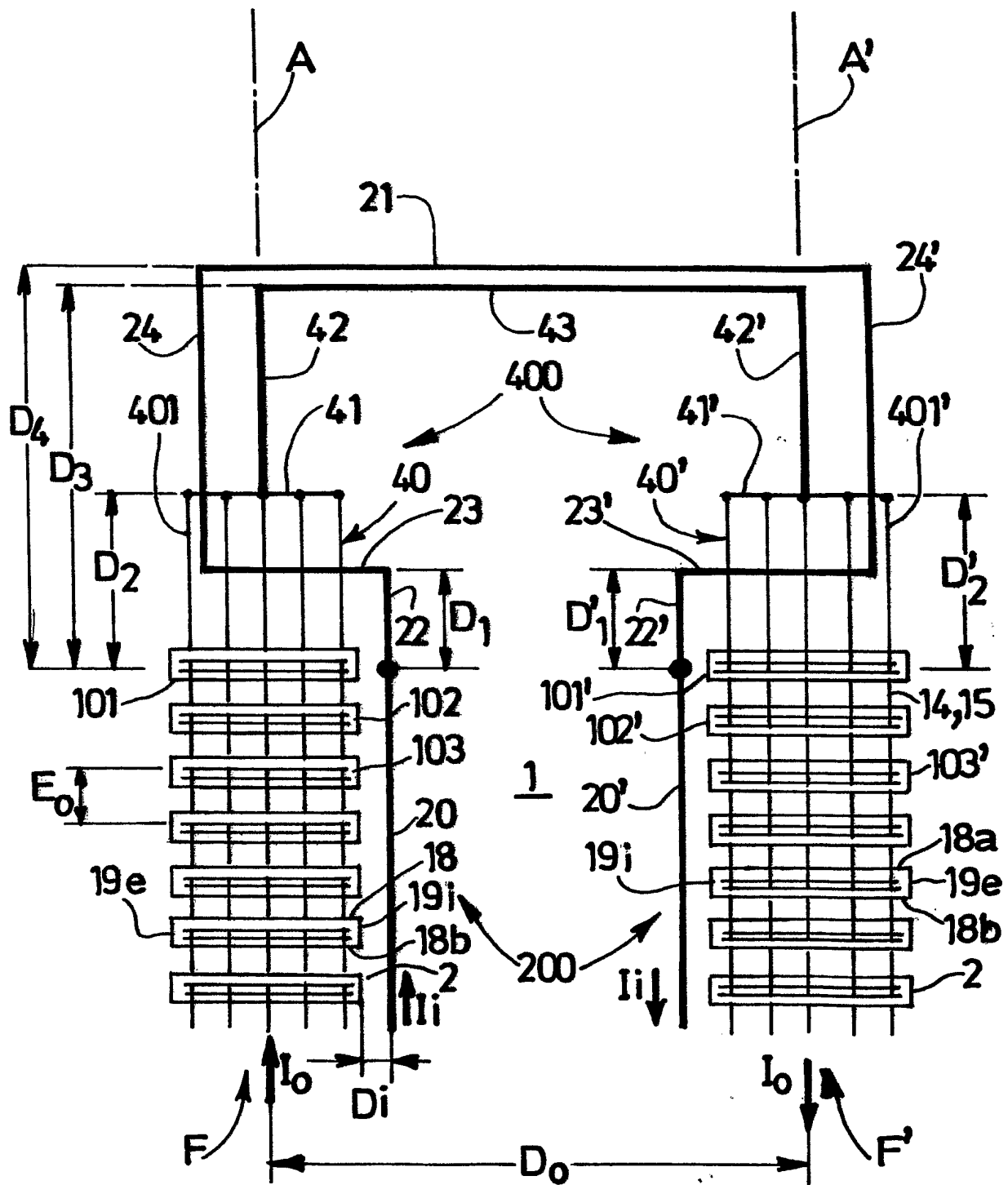


FIG. 2

3/5

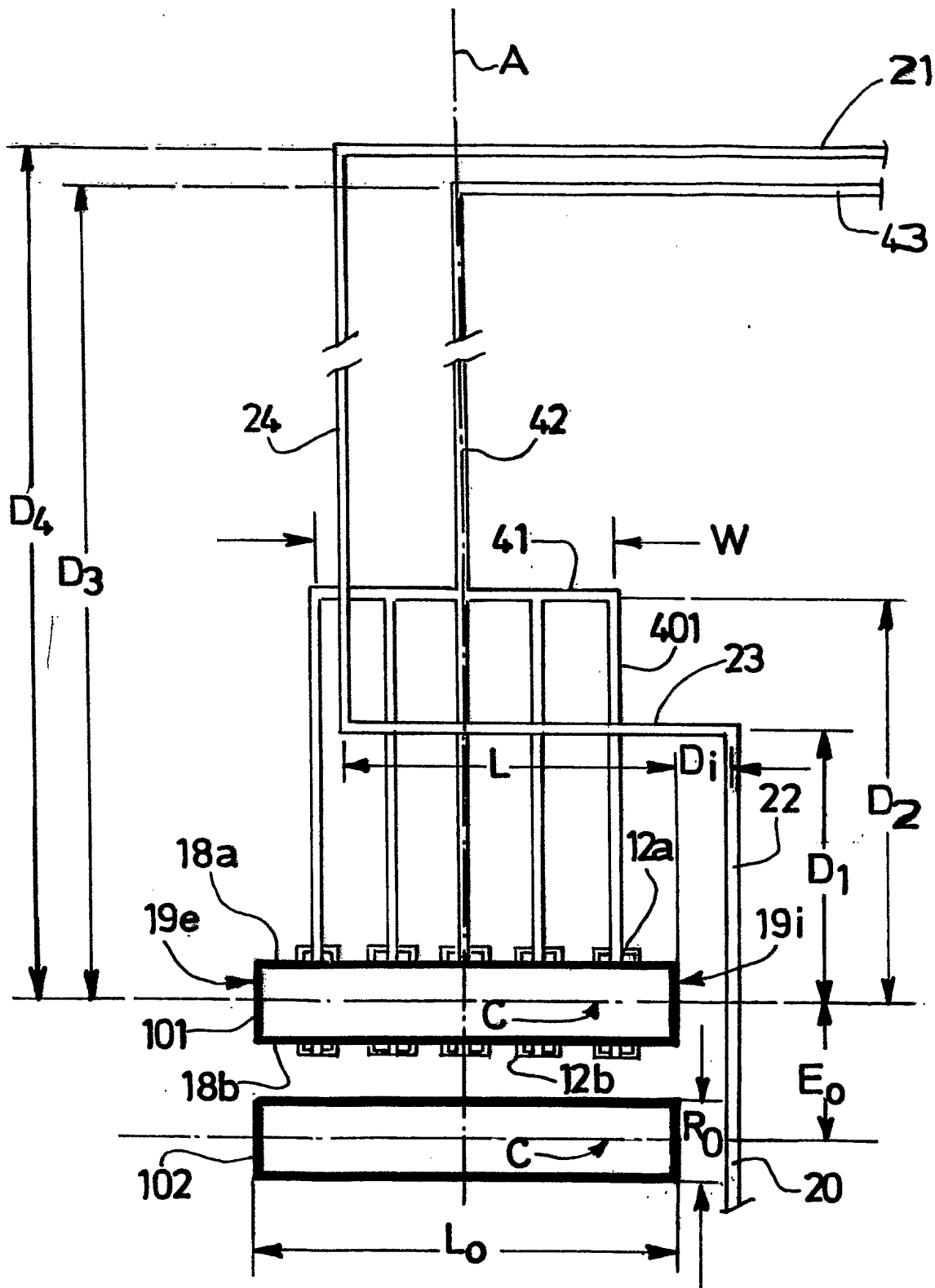


FIG. 3

4/5

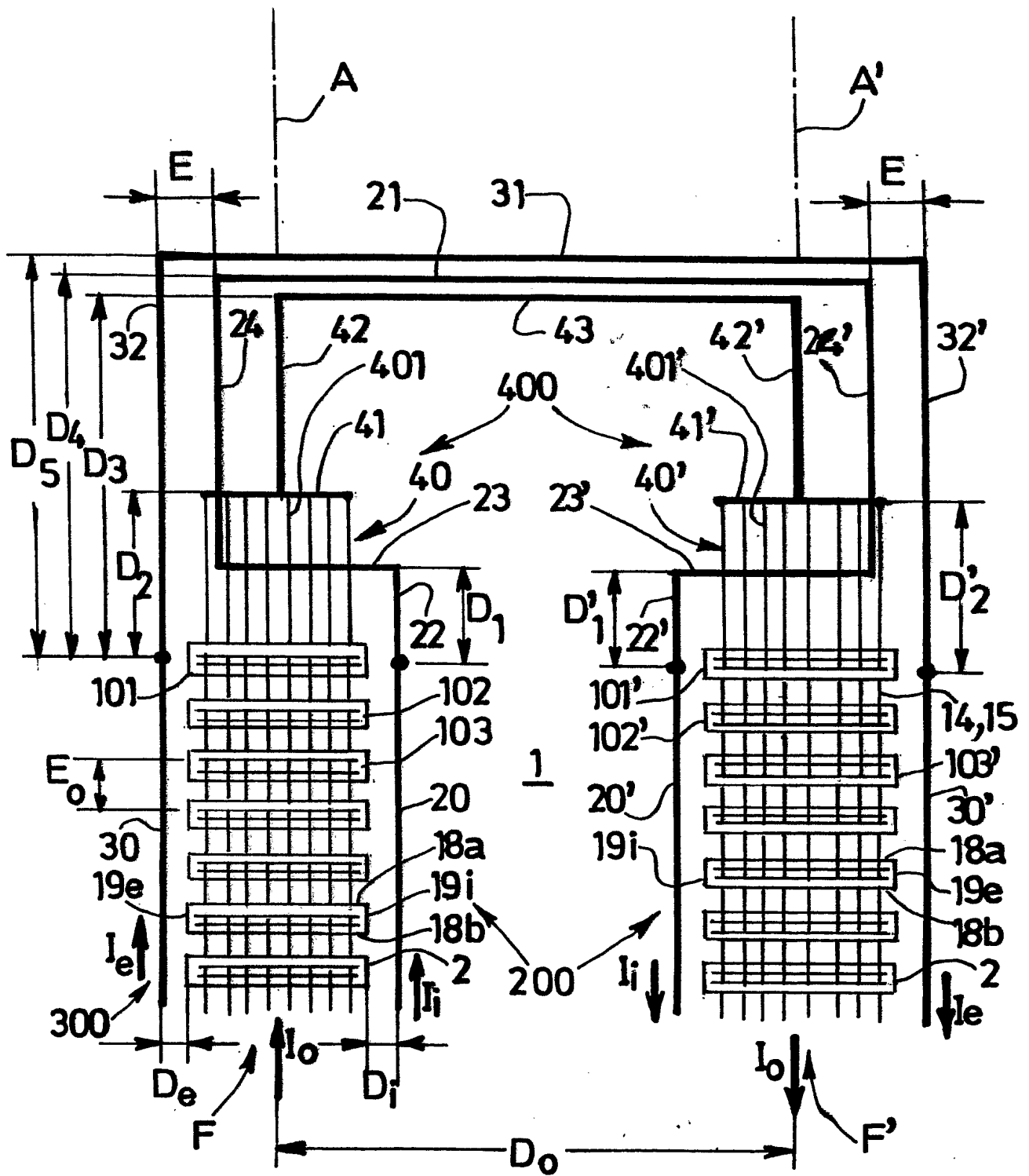


FIG. 4

5/5

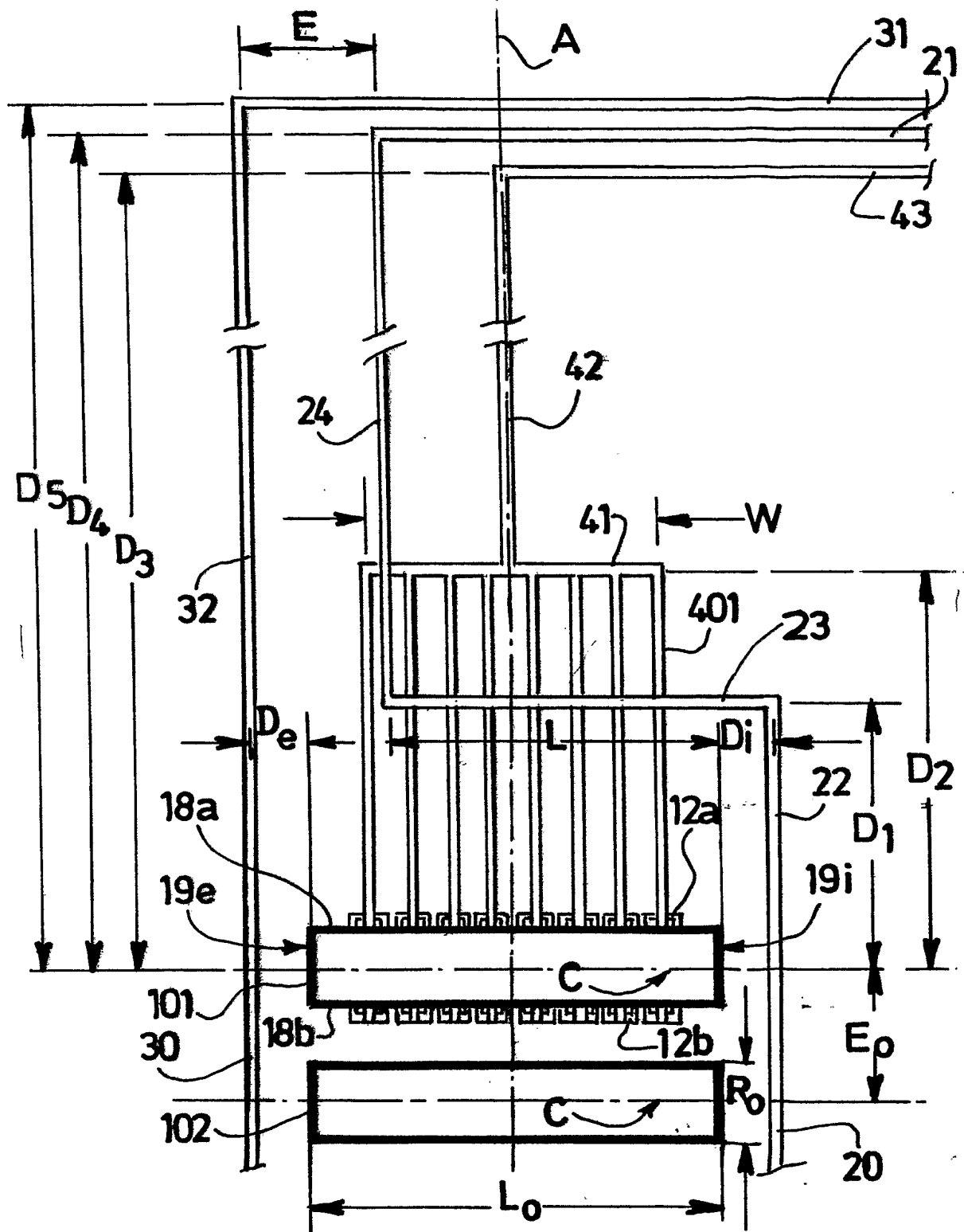


FIG. 5